

מערכות מכטרוניות ה'

(להנדסאי מכונות)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות.

עליכם לענות על ארבע שאלות על-פי בחירתכם, מכל השאלון.

לכל שאלה – 25 נקודות, סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון, מילונית מאושרת על ידי אגף הבחינות, וכל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם היטב.

2. ענו על השאלות על-פי הסדר הנראה לכם.

3. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

4. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. כתבו בתשובה את הנתון שהוספתם.

5. בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

6. בנספח לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 6 עמודים ו-2 עמודי נספח.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

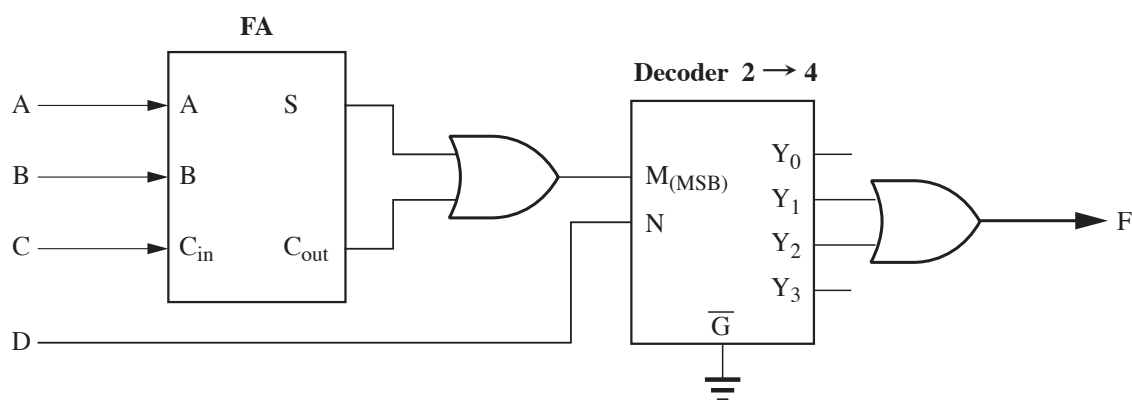
השאלות

בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות.
עליכם לענות על ארבע שאלות על-פי בחירתכם, מכל השאלון (לכל שאלה – 25 נקודות).

פרק ראשון: אלקטרוניקה

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל לוגי של מערכת ספרתית.

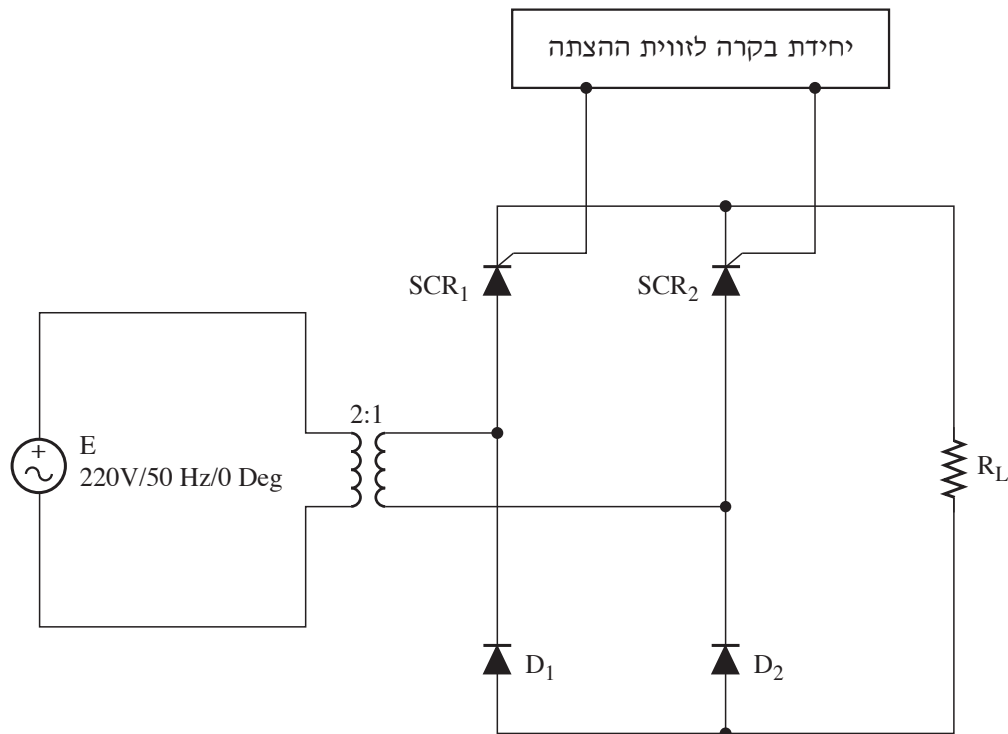


איור לשאלה 1

- (6 נק') א. הסבירו את תפקידם של שני הרכיבים הראשיים במעגל.
- (6 נק') ב. בנו טבלת אמת של הפונקצייה F כתלות בכניסות המעגל A, B, C, D.
- (7 נק') ג. פשטו את הפונקצייה בעזרת מפת קרנו.
- (6 נק') ד. ממשו את הפונקצייה בעזרת מינימום שערים לוגיים.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל לבקרת הספק הפועל בזרם חילופין.
זווית ההצתה של SCR_1 היא 90 מעלות, וזווית ההצתה של SCR_2 היא 270 מעלות.
במצב זה מתפתח בנגד העומס הספק של 200W.



איור לשאלה 2

- א. (6 נק') חשבו את ערך נגד העומס.
- ב. (6 נק') חשבו את הזרם הממוצע הזורם דרך נגד העומס.
- ג. (6 נק') סרטטו את המתח העובר דרך נגד העומס.
- ד. (7 נק') הסבירו בקצרה את פעולת המעגל תוך ציון התפקיד של כל אחד מרכיביו.

שאלה 3

נתון מנוע זרם ישיר בעל מעגל עירור מקבילי. המנוע ניזון מרשת 200V וצורך הספק של 2kW בריקס. התנגדות העוגן היא 0.5Ω והתנגדות סליל העירור היא 100Ω .

- א. (6 נק') חשבו את זרם העוגן בריקס.
- ב. (6 נק') חשבו את הכא"מ של המנוע.
- ג. (7 נק') נתון כי מהירות המנוע בריקס היא 1200 rpm, והמהירות בעומס היא 1100 rpm. חשבו את זרם העוגן בעומס.
- ד. (6 נק') חשבו את הספק המנוע בעומס.

פרק שני: בקרת תהליכים

שאלה 4

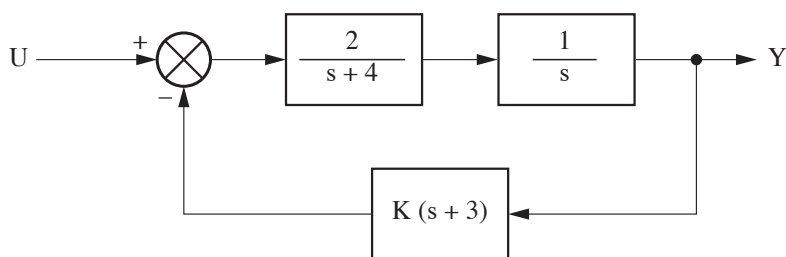
נתונה פונקציית התמסורת של מערכת:

$$G_P = \frac{K(s+3)}{s(s+2)^2}$$

- א. (6 נק') סרטטו את דיאגרמת המג"ש של המערכת.
- ב. (6 נק') האם הנקודה $s = -0.7 + 1.5j$ נמצאת על המג"ש? נמקו באמצעות חישוב.
- ג. (6 נק') קיימת דרישה לשגיאת מצב מתמיד הקטנה מ-5% לכניסת מדרגה. מה צריך להיות ההגבר כדי לענות על הדרישה?
- ד. (7 נק') הבקר $G_C = K(s+3)$ מוחלף על-ידי הבקר $G_C = K(s+6)$. עבור אילו ערכי K תהיה המערכת יציבה?

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



איור לשאלה 5

- א. (5 נק') כתבו את פונקציית התמסורת של החוג הסגור, $G_{cl}(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$.
- ב. (6 נק') מה צריך להיות ההגבר K של הבקר, כדי ששגיאת המצב המתמיד של המערכת לכניסת מדרגה תהיה 5%?
- ג. (7 נק') בהתבסס על ההגבר שחושב בסעיף ב', מהו ערכו של יחס הריסון, ζ , של המערכת בחוג סגור?
- ד. (7 נק') מהם שורשי המשוואה האופיינית בהתבסס על ההגבר שחושב בסעיף ב'? איזה מהשורשים יהיה הדומיננטי, ומה יהיה זמן ההתייצבות של המערכת?

שאלה 6

נתונה פונקציית התמסורת של תהליך:

$$G_P = \frac{2 \cdot (s-1)}{s \cdot (s+2)}$$

- א. (6 נק') סרטטו את דיאגרמת המג"ש של המערכת.
- ב. (5 נק') חוג הבקרה נסגר עם בקר יחסי (בקר P). עבור אילו ערכי K תהיה המערכת יציבה, כלומר תגובתה תתייצב ללא תנודות?
- ג. (6 נק') חוג הבקרה נסגר עם הבקר $\frac{K(s-2)}{s}$. עבור אילו ערכי K תהיה המערכת יציבה? ניתן להגיע לפתרון באמצעות סרטוט של מג"ש עקרוני.
- ד. (8 נק') חוג הבקרה נסגר עם הבקר $K(s-2)$. עבור אילו ערכי K תהיה המערכת יציבה?

פרק שלישי: מכשור לבקרה

שאלה 7

ממיר אנלוגי לספרתי (A/D) בעל 1024 רמות מתח, מפיק בכל המוצאים את האות הספרתי "1" עבור מתח מבוא של 5.11V.

- א. (6 נק') חשבו את מספר הדקי המוצא הספרתיים של הממיר.
- ב. (6 נק') חשבו את רגישות הממיר.
- ג. (6 נק') אות אנלוגי השווה בגודלו ל-434 רמות מתח מתוך ה-1024 מופיע במבוא הממיר. חשבו את גודלו של מתח המבוא ואת אות המוצא הספרתי שיתקבל עבורו.
- ד. (7 נק') חשבו את אות המוצא שיתקבל עבור אות מבוא של 3.92V.

שאלה 8

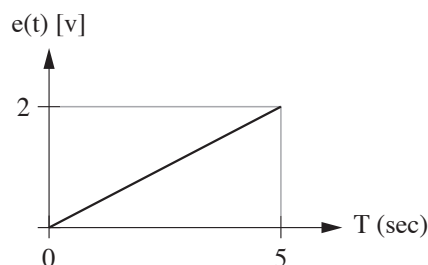
נתונים שלושה בקרים: בקר יחסי (P), בקר אינטגרלי (I) ובקר דיפרנציאלי (D), שהביטויים שלהם, לא בסדר זה, הם:

$$m = Re(t) dt : (1) \text{ ביטוי}$$

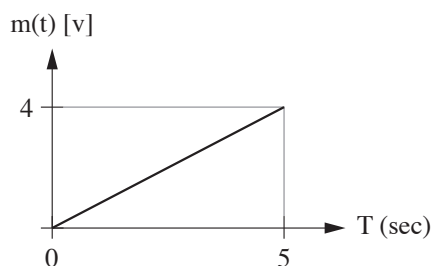
$$m = Tde(t) dt : (2) \text{ ביטוי}$$

$$m = Ke(t) : (3) \text{ ביטוי}$$

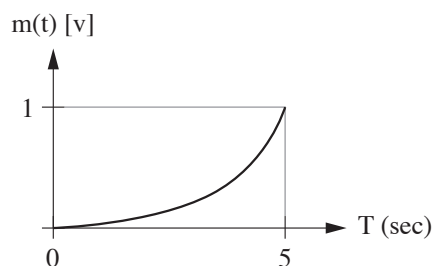
הבקרים נבחנו בחוג פתוח באמצעות האות $e(t)$ הנתון בגרף שלהלן.



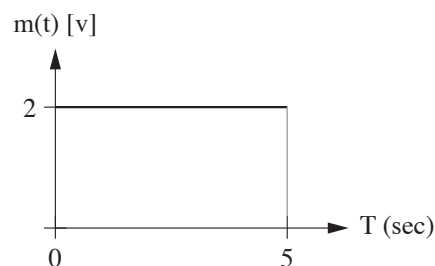
התגובות (אות המוצא) של שלושת הבקרים לאות הנתון מוצגות באמצעות הגרפים שלהלן:



איור 1



איור 2



איור 3

- א. (6 נק') קבעו איזה **ביטוי**, מהביטויים (1)-(3), מתאים לבקר היחסי (P), איזה מתאים לתגובת הבקר האינטגרלי (I), ואיזה מתאים לתגובת הבקר הדיפרנציאלי (D).
- ב. (6 נק') קבעו איזה **גרף**, מהגרפים (1)-(3), מתאים לתגובת הבקר היחסי (P), איזה מתאים לבקר האינטגרלי (I), ואיזה מתאים לבקר הדיפרנציאלי (D).
- ג. (6 נק') חשבו את המקדמים בביטויים של כל אחד מהבקרים (K, R, T).
- ד. (7 נק') סרטטו גרף המתאר את התגובה של בקר PID - בקר המשלב את הבקרים הנתונים - לאות $e(t)$ הנתון.

בהצלחה!

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
אות הפרעה	إشارة التشويش	Помеха	disturbance signal
אות יציאה	إشارة المَخْرَج	Выходной сигнал	output signal
אות כניסה	إشارة المدخل	Входной сигнал	input signal
בקר יחסי	تحكُّم / مُتحكَّم تناسبِي	Пропорциональный регулятор	proportional controller
ברז	حنفية (نقطة تفرُّع)	вентиль	tap
גורם מחזור	عامل دورة التشغيل	Относительная длительность включения	duty cycle
דוחף זרם	مُشغِّل (دافع التيار)	Усилитель тока	driver
הגבר	تضخيم	Усиление	amplification
הגבר מתח	تضخيم الجهد	Усиление напряжения	voltage amplification
הדק	مِرْبَط	выход	pin
זווית הצתה	زاوية الإشعال	Угол зажигания	ignition angle
חוג סגור	دائرة مغلقة	Замкнутая система	closed loop
חיישן	مِجَس	Датчик	sensor
חיכוך ויסקוזי	احتكاك فيسكوز لَزج	Вискозное трение	viscose friction
טבלת-אמת	جدول الصدق	Таблица истинности	truth table
יציב	مستقر	Устойчивые	stable
כניסת מדרגה	إدخال تَدْرِيجِي	Входная единичная ступенчатая функция	step input
מגבר טרנזיסטורי	مُضخَّم ترانزستوري	Транзисторный усилитель	transistor amplifier
מונה	عداد	счетчик	counter
מיישר מבוקר	مُقَوِّم مُراقَب	управляемый выпрямитель	controlled rectifier
מיקרו-בקר	ميكروكონترولر	Микроконтроллер	microcontroller
מיתוג	تشغيل المفاتيح	Переключение	switching
מָכָל	خزان	резервуар	tank
ממיר A/D	مُحوِّل A/D	Преобразователь A/D	A/D converter
מנוע צעד	مُحرِّك خطوي	шаговый двигатель	stepper motor
מסוע	ناقل متحرك	Конвейер	conveyer
מעגל לוגי	دائرة منطقيّة	Логическая схема	logical circuit
מערכת בקרה	نظام التحكم	Система управления	control system
מערכת יציבה	نظام مستقر	Стабильная система	stable system

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
air conditioning system	Система кондиционирования	نظام التكييف	מערכת מיזוג אוויר
level	уровень	مستوى	מפלס
Karnaugh map	Таблица Карно	خارطة كارنو	מפת קרנו
steady state	Установившийся/ постоянный режим	حالة مُستَمِرَّة	מצב מתמיד
effective voltage	Эффективное значение напряжения	الإجهاد الفعّال	מתח אפקטיבי
average voltage	среднее значение напряжения	متوسّط الضغط	מתח ממוצע
sinusoidal voltage	синусоидальное напряжение	جُهد المفتاح الإلكتروني مغناطيسيّ (السولنيد)	מתח סינוסואידלי
operating point	Рабочая точка	نقطة العمل	נקודת עבודה
bit	Бит	بِت	סיבית
anchor coil	Обмотка якоря	ملفّ العضو الثابت (ستاتور)	סליל עוגן
inductive load	Индуктивная нагрузка	حمل حثّي (تَحْرِيزِيّ)	עומס השראותי
resistive load	резистивная нагрузка	حمل المُقاوَمَة	עומס התנגדותי
luminance power	Сила освещения	شِدَّة الإضاءة	עוצמת הארה
external excitation	независимое возбуждение	تحريض خارجي	עירור זר
transfer function	Передаточная функция	دالّة الانتقال	פונקציית תמסורת
load line	Линия нагрузки	خطّ العمل	קו עבודה
control lines	Контролирующие линии	خطوط المراقبة	קווי בקרה
pole	Полус	قطب	קוטב
cut-off	Режим отсечки	قاطع	קיטעון
common cathode	Общий катод	كاتود مشترك	קתודה משותפת
saturation	Режим насыщения	مُشَبَّع	רוויה
damping	Затухание	كبح	ריסון
steady state error	Ошибка в установившемся/ постоянном режиме	الخطأ في حالة مُستَمِرَّة	שגיאה במצב מתמיד
logic gate	Логический элемент	بوابة منطقيّة	שער לוגי
frequency	Частота	تردّد	תדר
process	Процесс	عملية	תהליך
controller output	выход контроллера	مُخْرَج التَحكُّم	תפוקת הבקר
seven segments display	Семи сегментный индикатор	عارضه الأجزاء السبعة	תצוגת שבעה מקטעים
block diagram	Функциональная схема	مُخَطَّط المستطيلات	תרשים מלבניים